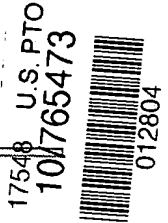


PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-275526

(43)Date of publication of application : 06.10.2000



(51)Int.Cl.

G02B 15/20
G02B 13/18

(21)Application number : 11-081554

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 25.03.1999

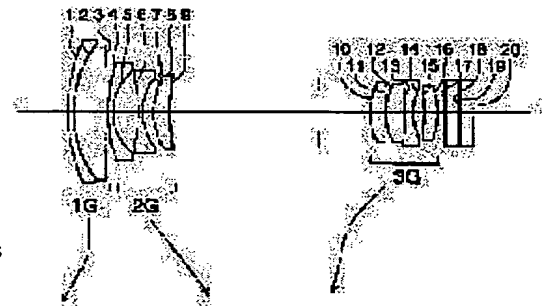
(72)Inventor : MORI NOBUYOSHI
SATO MASAE

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact and inexpensive zoom lens which has sufficient image forming performance when applied for a digital still camera or the like and also has a small front lens diameter by making at least on surface of a 1st lens group aspherical and making a 3rd lens group include a cemented lens whose surfaces are both aspherical.

SOLUTION: The 1st lens group 1G has one positive lens or one negative lens and one positive lens and at least one surface of the 1st lens group 1G is made aspherical so that the positive refracting power decreases with the distance from the optical axis. Consequently, the on-axis thickness of the 1st lens group 1G becomes small and the front lens diameter can be made small. Further, the power chromatic aberration at the short-focus end and the coma aberration at the long-focus end can excellently be corrected. A 3rd lens group 3G includes at least one positive lens and at least one cemented lens of a positive and a negative lens. Both the surfaces of the cemented lens are aspherical. Consequently, the spherical aberration, chromatic aberration, and astigmatism can sufficiently be corrected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-275526
(P2000-275526A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000. 10. 6)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20
13/18

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-81554

(22) 出願日 平成11年3月25日 (1999. 3. 25)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 森 伸芳

東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式
会社内

(72) 発明者 佐藤 正江

東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式
会社内

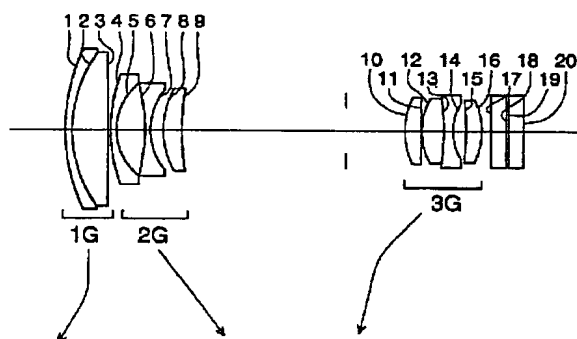
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 100万画素以上のデジタルスチルカメラ用等に十分な結像性能を有し、また前玉径が小さいコンパクトなズームレンズを提供。

【解決手段】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増加し、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が減少する第2レンズ群と第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少する非球面とし、第2レンズ群は1枚の負レンズと1枚の正レンズを含み、第3レンズ群がとも1枚の正レンズと正レンズと負レンズとが接合された接合レンズとを含み、接合レンズの両側の面が非球面である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少する非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと正レンズと負レンズとが接合された少なくとも1枚の接合レンズとを含み、前記接合レンズの両側の面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少する非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は、少なくとも1面を非球面とする正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと、少なくとも1面を非球面とする負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとを含み、且つ正の屈折力を有する少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は物体側より順に2枚の正レンズと1枚の負レンズ、そして1枚の正レンズの4枚構成で、前記第3レンズ群の少なくとも1面が非

球面であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項4】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとが接合された少なくとも1枚の接合レンズを含み、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群はそれぞれ少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含み、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面としたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、且つ、前記第3レンズ群は物体側に移動されるとともに、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少する非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと正レンズと負レンズとが接合された少なくとも1枚の接合レンズとを含み、前記接合レンズの両側の面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項6】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、且つ、前記第3レンズ群は物体側に移動されるとともに、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は、少なくとも1面を非球面とする正の屈折力を有する

3.

少なくとも1枚のプラスチックレンズと、少なくとも1面を非球面とする負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとを含み、且つ、正の屈折力を有する少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【請求項7】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、且つ前記第3レンズ群は物体側に移動されると共に、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は物体側より順に2枚の正レンズと1枚の負レンズ、そして1枚の正レンズの4枚構成で、前記第3レンズ群の少なくとも1面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項8】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、且つ前記第3レンズ群が物体側に移動されると共に、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとが接合された少なくとも1枚の接合レンズを含み、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群はそれぞれ少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【請求項9】 前記第3レンズ群の接合レンズの両側の面は光軸から離れるに従い、正の屈折力の場合は正の屈折力が減少し、負の屈折力の場合は負の屈折力が増大する非球面であることを特徴とする請求項1または5に記載のズームレンズ。

【請求項10】 前記第3レンズ群の正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとが接合され、該接合レンズの物体側面と像側面がともに非球面で

4

あることを特徴とする請求項2または6に記載のズームレンズ。

【請求項11】 前記第1レンズ群の少なくとも1枚の接合レンズが非アクリル系樹脂で構成されていることを特徴とする請求項4または8に記載のズームレンズ。

【請求項12】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$4 < f_1 / f_0 < 12$$

$$1.6 < \beta_{1r} / \beta_{1o} < 3$$

但し、 f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_0 ：前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

β_{1o} 、 β_{1r} ：それぞれ短焦点端と長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

【請求項13】 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、前記第3レンズ群は物体側に移動されると共に、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とし、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$4 < f_1 / f_0 < 12$$

$$1.6 < \beta_{1r} / \beta_{1o} < 3$$

但し、 f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_0 ：前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

β_{1o} と β_{1r} ：それぞれ短焦点端と長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

【請求項14】 開口絞りを、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間に配置し、前記第3レンズ群を移動させてフォーカシングすることを特徴とする請求項1から13のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項15】 前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、短焦点端での焦点距離を f_0 とすると以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から14のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$-1.9 < f_2 / f_0 < -1.3$$

【請求項16】 前記第2レンズ群に含まれる負レンズの屈折率を N_2 とすると以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から15のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$1.65 < N_2$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はズームレンズに関し、特に、CCD等の固体撮像素子を用いる電子スチルカメラ、デジタルカメラもしくはビデオカメラ等に適用した4倍以上の変倍比を有する小型のズームレンズに関する。特に、100万画素以上の高画素デジタルスチルカメラに好適なズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、CCD等の固体撮像素子用のズームレンズとしては、3倍程度の変倍比のズームレンズとして、特開平10-307258号公報等に見られるような負の屈折力のレンズ群が先頭にあるズームレンズ。すなわち、負の屈折力の第1レンズ群と正の屈折力の第2レンズ群よりなる2群ズームレンズ、または負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群よりなる3群のズームレンズが知られている。

【0003】変倍比が4倍以上のズームレンズでは、特開平4-83214号公報や、特開平8-271788号公報等で開示されている正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群よりなる3群ズームレンズが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した負の屈折力のレンズ群が先頭にある、2群ズームレンズあるいは、3群ズームレンズでは、4倍以上の変倍比を得ようとする、短焦点端での歪曲収差や倍率色収差等の補正が十分でなくなる。

【0005】また、一方、特開平4-83214号公報は、レンズ構成枚数を極く少なくした5から6倍ズームレンズであるが、100万画素を超えるような高画素デジタルスチルカメラに用いることができるように諸収差を補正することは難しい。

【0006】また、特開平8-271788号公報では、すべてのレンズがプラスチック製の10倍ズームレンズという試みがなされているが、やはり100万画素以上の高画素用に使用可能となるほど諸収差を補正することは難しく、また全長や前玉径が大きい。

【0007】本発明は上記の課題に鑑みなされたもので、本発明のズームレンズは100万画素以上のCCD等の固体撮像素子を用い、4倍以上の変倍比を有するデジタルスチルカメラ等に適用して十分な結像性能を有し、前玉径が小さいコンパクトで安価なズームレンズを提供しようとするものである。

【0008】

【課題を達成するための手段】上記の目的は下記の手段のいずれかにより達成される。なお、正の屈折力を有するレンズを正レンズとも言い、また、負の屈折力を有するレンズを負レンズとも言う。

【0009】(1) 物体側より、正の屈折力を有する第

1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少する非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと正レンズと負レンズとが接合された少なくとも1枚の接合レンズとを含み、前記接合レンズの両側の面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

【0010】(2) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は、少なくとも1面を非球面とする正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと、少なくとも1面を非球面とする負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとを含み、且つ正の屈折力を有する少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【0011】(3) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は物体側より順に2枚の正レンズと1枚の負レンズ、そして1枚の正レンズの4枚構成で、前記第3レンズ群の少なくとも1面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

【0012】(4) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように少なくとも前記第2レンズ群と前記第3レンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとが接

合された少なくとも1枚の接合レンズを含み、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群はそれぞれ少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含み、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面としたことを特徴とするズームレンズ。
【0013】(5) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように前記第1

レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、且つ前記第3レンズ群は物体側に移動されると共に、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少する非球面とし、前記第2レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正

10

20

30

40

50

1面を非球面とする負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとを含み、且つ、正の屈折力を有する少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【0015】(7) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、且つ前記第3レンズ群は物体側に移動されると共に、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とし、前記第2

レンズ群は少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズとを含み、前記第3レンズ群は物体側より順に2枚の正レンズと1枚の負レンズ、そして1枚の正レンズの4枚構成で、前記第3レンズ群の少なくとも1面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。
【0016】(8) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように前記第1

レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、かつ前記第3レンズ群が物体側に移動されると共に、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとが接

合された少なくとも1枚の接合レンズを含み、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群はそれぞれ少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含むことを特徴とするズームレンズ。
【0017】(9) 前記第3レンズ群の接合レンズの両側の面は光軸から離れるに従い、正の屈折力の場合は正の屈折力が減少し、負の屈折力の場合は負の屈折力が増大する非球面であることを特徴とする(1)または(5)に記載のズームレンズ。
【0018】(10) 前記第3レンズ群の正の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズと負の屈折力を有する少なくとも1枚のプラスチックレンズとが接合され、該接合レンズの物体側面と像側面がともに非球面であることを特徴とする(2)または(6)に記載の

ズームレンズ。

【0019】(11) 前記第1レンズ群の少なくとも1枚の接合レンズが非アクリル系樹脂で構成されていることを特徴とする(4)または(8)に記載のズームレンズ。

【0020】(12) 以下の条件式を満足することを特徴とする(1)から(11)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0021】

$$4 < f_1 / f_2 < 12 \cdots \cdots \text{式 [a]}$$

$$1.6 < \beta_{1r} / \beta_{1v} < 3 \cdots \cdots \text{式 [b]}$$

但し、 f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_2 ：前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

β_{1v} 、 β_{1r} ：それぞれ短焦点端と長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

(13) 物体側より、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、並びに正の屈折力を有する第3レンズ群より構成され、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増加し、且つ、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少するように、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群が移動され、前記第2レンズ群は像側に、前記第3レンズ群は物体側に移動されると共に、前記第1レンズ群は長焦点端では短焦点端に対して物体側に移動されるズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成で、前記第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とし、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0022】

$$4 < f_1 / f_2 < 12 \cdots \cdots \text{式 [a]}$$

$$1.6 < \beta_{1r} / \beta_{1v} < 3 \cdots \cdots \text{式 [b]}$$

但し、 f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_2 ：前記ズームレンズの短焦点端での焦点距離

β_{1v} と β_{1r} ：それぞれ短焦点端と長焦点端での前記第3レンズ群の近軸横倍率

(14) 開口絞りを、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間に配置し、前記第3レンズ群を移動させてフォーカシングすることを特徴とする(1)から(13)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0023】(15) 前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、短焦点端での焦点距離を f_2' とすると以下の条件式を満足することを特徴とする(1)から(14)のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【0024】

$$-1.9 < f_2' / f_2 < -1.3 \cdots \cdots \text{式 [c]}$$

(16) 前記第2レンズ群に含まれる負レンズの屈折率を N_2 とすると以下の条件式を満足することを特徴とする(1)から(15)のいずれか1項に記載のズームレ

ンズ。

【0025】

$$1.65 < N_2 \cdots \cdots \text{式 [d]}$$

次に、発明の構成の主な構成要素について説明する。

【0026】「第1レンズ群を正レンズ1枚構成、または負レンズ1枚と正レンズ1枚の2枚構成とし、第1レンズ群の少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面」とする。このことにより、第1レンズ群の軸上厚が薄くなり、前玉径を小さくでき、また、構成枚数を少なくしても少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とすることにより、短焦点端での倍率色収差と、長焦点端でのコマ収差を良好に補正できる。

【0027】また、「第3レンズ群を少なくとも1枚の正レンズと正レンズと負レンズとが接合された少なくとも1枚の接合レンズとを含み、前記接合レンズの両側の面が非球面であるように構成」する。このことにより、球面収差、色収差、非点収差を十分に補正し、かつ第3レンズ群の屈折力を比較的大きくすることができ、その結果レンズ全長を短縮することができる。

【0028】また、「前記の接合レンズを、両側の面がともに光軸から離れるに従い、正の屈折力は小さく、負の屈折力は大きくなるような非球面であるように構成」する。このことにより、球面収差を良好に補正でき、また倍率色収差は、画面の中央付近で良好に補正すると、画面周辺部では補正不足となり、短波長光が画面の外側にずれる倍率色収差が大きくなり、逆に画面周辺部を良好に補正すると、中央部では補正過剰となるといった問題が生じることなく、画面の中央付近から周辺部まで良好に補正することができる。

【0029】また、「第3レンズ群は、少なくとも1面を非球面とする正の屈折力を有する少なくとも一枚のプラスチックレンズと、少なくとも1面を非球面とする負の屈折力を有する少なくとも一枚のプラスチックレンズとを含み、且つ、正の屈折力を有する少なくとも一枚の無機ガラスレンズであるように構成」する。このことにより、諸収差を良好に補正しながら第3レンズ群を軽量にすることができ、ステッピングモーター等で第3レンズ群を移動させるリアフォーカスに有利となる。また、正レンズと負レンズの2枚をプラスチックレンズとすることでプラスチックレンズの欠点である温度変化の影響を小さくすることができる。また、大量生産に好適で非球面レンズを低コストで作製することができるようになる。

【0030】また、「第3レンズ群を物体側より順に2枚の正レンズと1枚の負レンズ、そして1枚の正レンズより構成され、第3レンズ群の少なくとも1面が非球面であるように構成」する。このことにより、球面収差やコマ収差を十分に補正でき、また物体側の2枚の正レンズが屈折力を分担するため、レンズの偏心による片ぼけ

や球面収差の劣化がおこりにくくなる。

【0031】次に、[a]、[b]、[c]、[d]の各条件式について説明すると、最初に、条件式[a]は、下限をしたまわると、レンズ全長は短くなるが、短焦点端で、第1レンズ群による屈折後の光線束の傾きが大きくなり、前玉径は大きくなってしまふ。逆に上限を超えるとレンズ全長が長くなりすぎ、また、短焦点端での負の歪曲収差が大きくなる。

【0032】また、条件式[b]は、下限をしたまわると、第3レンズ群の変倍負担が少なく、変倍比を確保するためには、第2レンズ群の変倍負担がその分増加し、第2レンズ群より物体側での軸外光線束の傾きが大きくなり、また短焦点端から長焦点端への変倍に際し、絞り径を変化させないと、長焦点側のFナンバーが小さくなるため、前玉径が大きくなる。逆に上限を超えると、第3レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなりすぎる。また、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、絞り径を変化させないと、長焦点側のFナンバーが大きくなりすぎる。また、フォーカシングを、第1レンズ群の物体側への移動で行なうと、前玉径が大きくなってしまうが、第3レンズ群を移動させてフォーカシングすると、前玉径の大型化を防ぎ、更に小径とすることができる。

【0033】また、条件式[c]は、下限をしたまわると、第2レンズ群の屈折力が大きすぎ、ベッツパール和が負となり、像面湾曲の補正が難しくなる。また前玉径も大きくなる。上限を超えると4倍を超えるような変倍を得るためにレンズを大型化させざるを得なくなる。

【0034】さらに、条件式[d]は、下限をしたまわると、ベッツパール和が負となりやすく、像面湾曲が補正過剰となったり、短焦点端で、たる型の歪曲収差が大きくなる。

【0035】次に、各請求項に記載の発明の内容について説明する。

【0036】(1)に記載の発明によると、第1レンズ群の軸上厚が薄くなり、前玉径を小さくできる。また、構成枚数を少なくしても少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とすることにより、短焦点端での倍率色収差と、長焦点端でのコマ収差を良好に補正できる。また、球面収差、色収差、非点収差を十分に補正し、かつ第3レンズ群の屈折力を比較的大きくすることができ、その結果レンズ全長を短縮することができる。

【0037】(2)に記載の発明によると、第1レンズ群の軸上厚が薄くなり、前玉径を小さくできる。また、構成枚数を少なくしても少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とすることにより、短焦点端での倍率色収差と、長焦点端でのコマ収差を良好に補正できる。また、諸収差を良好に補正しながら第3レンズ群を軽量化にすることができ、ステッピ

ングモーター等で第3レンズ群を移動させるリアフォーカスに有利となる。また、正レンズと負レンズの2枚をプラスチックレンズとすることでプラスチックレンズの欠点である温度変化の影響を小さくすることができる。また、大量生産に好適で非球面レンズを低コストで作製することができるようになる。

【0038】(3)に記載の発明によると、第1レンズ群の軸上厚が薄くなり、前玉径を小さくでき、また、構成枚数を少なくしても少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とすることにより、短焦点端での倍率色収差と、長焦点端でのコマ収差を良好に補正できる。また、球面収差やコマ収差を十分に補正でき、また物体側の2枚の正レンズが屈折力を分担するため、レンズの偏心による片ばけや球面収差の劣化がおこりにくくなる。

【0039】(4)に記載の発明によると、色収差や球面収差、長焦点端でのコマ収差を良好に補正しながら、第1レンズ群を大幅に軽量化でき、大量生産に適し、コストを削減することができ、また、接合したことで、組み立て時の偏心や、プラスチックレンズで大きい熱膨張によるレンズの偏心を防ぐことができる。更に、無機ガラスレンズを用いたことにより、温度変化によるピント位置の変化を低減できる。

【0040】(5)に記載の発明によると、第1レンズ群の軸上厚が薄くなり、前玉径を小さくでき、また、構成枚数を少なくしても、少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とすることにより、短焦点端での倍率色収差と、長焦点端でのコマ収差を良好に補正できる。また、球面収差、色収差、非点収差を十分に補正し、かつ第3レンズ群の屈折力を比較的大きくすることができ、その結果レンズ全長を短縮することができる。

【0041】(6)に記載の発明によると、第1レンズ群の軸上厚が薄くなり、前玉径を小さくできる。第3レンズ群に正レンズと負レンズのプラスチックレンズを含み少なくとも1枚の無機ガラスレンズを含むことにより、プラスチックレンズの欠点である温度変化の影響を小さくすることができ、各プラスチックの少なくとも1面を非球面とすることで構成枚数を少なくとも諸収差を良好に補正することができる。

【0042】(7)に記載の発明によると、第1レンズ群の軸上厚が薄くなり、前玉径を小さくできる。また、構成枚数を少なくしても、少なくとも1面を光軸から離れるに従い正の屈折力が減少するような非球面とすることにより、短焦点端での倍率色収差と、長焦点端でのコマ収差を良好に補正できる。また、球面収差やコマ収差を十分に補正でき、また物体側の2枚の正レンズが屈折力を分担するため、レンズの偏心による片ばけや球面収差の劣化がおこりにくくなる。

【0043】(8)に記載の発明によると、色収差や球

10

20

30

40

50

面収差、長焦点端でのコマ収差を良好に補正しながら、第1レンズ群を大幅に軽量化でき、大量生産に適し、コストを削減することができ、また、接合したことで、組み立て時の偏心や、プラスチックレンズで大きい熱膨張によるレンズの偏心を防ぐことができる。また、第2、第3レンズ群に無機ガラスレンズを用いることにより、温度変化の影響を低減できる。

【0044】(9)に記載の発明によると、球面収差が良好に補正でき、長焦点端でのコマ収差を良好に補正できる。

【0045】(10)に記載の発明によると、第3レンズ群の正の屈折力を有するプラスチックレンズと負の屈折力を有するプラスチックレンズとが接合され、且つ、該接合レンズの物体側面と像側面がともに非球面であるので、個々の非球面レンズが別々に組み込まれる場合に比べて、レンズの組み立ての際に発生する偏心の画質への影響を小さい。

【0046】(11)に記載の発明によると、第1レンズ群に含まれるプラスチック接合レンズを非アクリル系樹脂で構成しており、吸水率の変化に伴う、体積の膨張、収縮が発生せず、接合工程や真空蒸着での反射防止コートが付与が容易になる。

【0047】(12)に記載の発明によると、レンズ全長を短くしても、短焦点端で、第1レンズ群による屈折後の光線束の傾きが小さく、前玉径は小さくなる。短焦点端での負の歪曲収差が小さくでき、また、第3レンズ群の変倍負担が最適で、第2レンズ群より物体側での軸外光線束の傾きが少なく、また、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、絞り径を変化させなくとも、長焦点側のFナンバーが大きくなるので、前玉径が小さくなる。第3レンズ群の移動量が小さくでき、レンズ全長が長くならず、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、絞り径を変化させないでも、長焦点側のFナンバーが小さくできる。また、第3レンズ群を移動させてフォーカシングすると、前玉径の大型化を防ぎ、更に小径とすることができる。

【0048】(13)に記載の発明によると、レンズ全長を短くしても、短焦点端で、第1レンズ群による屈折後の光線束の傾きが小さく、前玉径も小さい、短焦点端*

$$x = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (K+1)h^2/R^2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

【0055】数1でKは非球面の円錐定数、 A_i は非球面係数($i=2, 3, 4, 5, 6$)を示し、Rは近軸曲率半径を示す。

【0056】また各実施例で、開口絞りは第2レンズ群と第3レンズ群の中間に配置しており、変倍中に固定しても、第3レンズ群とともに移動してもよい。

【0057】(実施例1) 実施例1は請求項1～3、請求項5～7、請求項9、10及び請求項12～16に含

*での負の歪曲収差も小さい。また、前記(12)と同様の効果がある。

【0049】(14)に記載の発明によると、開口絞りを、第2レンズ群と第3レンズ群との間に配置し、第3レンズ群を移動させてフォーカシングすると、レンズの大きさを大きくしないで、比較的至近距離まで容易に合焦点させることができる。また、第3レンズ群は、第1レンズ群、第2レンズ群に比べ小さいため、ステップモータ等による精密な制御が可能になる。

10 【0050】(15)に記載の発明によると、第2レンズ群の屈折力が小さく、ベッツバール和が正となり、像面湾曲の補正がし易くなり、前玉径も大きくならない。また、レンズを大型化させず4倍を超えるような変倍を得る。

【0051】(16)に記載の発明によると、ベッツバール和が負となりやすく、また、像面湾曲が補正過剰となりやすく、短焦点端で、たる型の歪曲収差がすくなくなる。

【0052】

20 【実施例】以下に本発明のズームレンズの実施例を示す。各実施例における記号は下記の通りである。

【0053】f：全系の焦点距離

$F_{\#}$ ：Fナンバー

ω ：半画角

R：屈折面の曲率半径

D：屈折面の間隔

N：レンズ材料のd線での屈折率

ν ：レンズ材料のアッペ数

f_1 ：第1レンズ群の焦点距離

30 f_2 ：第2レンズ群の焦点距離

$f_{\#}$ ：短焦点端における全系の焦点距離

$\beta_{\#T}$ ：長焦点端における第3レンズ群の近軸横倍率

$\beta_{\#F}$ ：短焦点端における第3レンズ群の近軸横倍率

$N_{\#}$ ：第2レンズ群に含まれる負レンズの屈折率

また、本願発明で用いた非球面の形状は座標を光軸方向にX軸をとり、光軸と垂直方向の高さをhとすると、数1の式で表される。

【0054】

【数1】

まれる実施例であり、第3レンズ群の第2レンズはアクリル系樹脂の正レンズ、第3レンズ群の第3レンズはポリカーボネート系樹脂の負レンズで構成されている。

【0058】実施例1の短焦点端のレンズ断面図を図1に、レンズデータを表1、表2に示す。また、レンズ収差図を図2に示す。

【0059】

【表1】

f=6.15~16.0~40.8, Fno=2.88~3.84~4.43, $\omega=31.5^\circ \sim 12.5^\circ \sim 5.0^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	27.557	0.70	1.80518	25.4
2	17.752	4.20	1.69350	53.2
3*	2232.235	0.30~10.36~19.71		
4	22.981	0.60	1.77250	49.6
5	8.451	3.30		
6	-28.938	0.60	1.71300	53.9
7	9.185	1.50		
8	11.815	2.20	1.84666	23.8
9	37.956	26.55~11.96~3.48		
10	10.330	1.80	1.48749	70.2
11	467.584	0.20		
12*	9.019	2.50	1.49700	56.0
13	-29.802	1.00	1.58300	30.0
14*	8.828	1.50		
15	-35.852	1.80	1.48749	70.2
16	-9.405	1.00		
17	∞	1.75	1.54880	67.0
18	∞	0.20		
19	∞	1.75	1.51633	64.1
20	∞			

【0060】

【表2】

非球面係数
第3面
$K=1.67590 \times 10^{-2}$
$A_4=1.58440 \times 10^{-6}$
$A_6=2.54280 \times 10^{-8}$
$A_8=-2.52610 \times 10^{-10}$
$A_{10}=7.92730 \times 10^{-13}$
第12面
$K=-5.74810 \times 10^{-1}$
$A_4=2.36000 \times 10^{-5}$
$A_6=1.29360 \times 10^{-5}$
$A_8=-1.14430 \times 10^{-8}$
$A_{10}=2.47690 \times 10^{-8}$
第14面
$K=2.45730$
$A_4=2.30980 \times 10^{-5}$
$A_6=-3.17970 \times 10^{-7}$
$A_8=-1.20970 \times 10^{-6}$
$A_{10}=-2.41450 \times 10^{-8}$
$f_1/f_w=7.16$
$\beta_{3T}/\beta_{3W}=2.33$
$f_2/f_w=-1.50$

【0061】（実施例2）実施例2は請求項1~3、請求項5~7、請求項9、10及び請求項12~16に含まれる実施例であり、第3レンズ群の第2レンズはアクリル系樹脂の正レンズ、第3レンズ群の第3レンズはポリカーボネート系樹脂の負レンズで構成されている。

【0062】実施例2の短焦点端のレンズ断面図を図3に、レンズデータを表3、表4に示す。また、レンズ収差図を図4に示す。

【0063】

【表3】

f=6.15~13.5~29.5, Fno=2.88~3.59~3.84, ω=31.0°~14.6°~7.0°				
面番号	R	D	N	ν
1	27.897	0.70	1.80518	25.4
2	17.900	4.20	1.69350	53.2
3*	830.701	0.30~9.42~18.71		
4	36.637	0.60	1.71300	53.9
5	7.764	3.00		
6	462.749	0.60	1.71300	53.9
7	9.556	1.50		
8	10.750	2.40	1.84666	23.8
9	24.107	24.97~12.17~4.50		
10	9.694	1.80	1.48749	70.2
11	61.159	0.20		
12*	9.133	2.80	1.49700	56.0
13	-19.391	1.00	1.58300	30.0
14*	9.069	1.40		
15	-304.348	1.80	1.58913	61.2
16	-11.412	1.00		
17	∞	1.75	1.54880	67.0
18	∞	0.20		
19	∞	1.75	1.51633	64.1
20	∞			

【0064】

【表4】

非球面係数
第3面
$K=3.55510 \times 10^{-4}$
$A_4=1.38170 \times 10^{-6}$
$A_6=2.85310 \times 10^{-8}$
$A_8=-3.06130 \times 10^{-10}$
$A_{10}=1.01820 \times 10^{-12}$
第12面
$K=-6.18820 \times 10^{-1}$
$A_4=2.36730 \times 10^{-5}$
$A_6=1.29760 \times 10^{-5}$
$A_8=-1.17590 \times 10^{-6}$
$A_{10}=2.55740 \times 10^{-8}$
第14面
$K=2.67550$
$A_4=2.40460 \times 10^{-5}$
$A_6=-4.18620 \times 10^{-7}$
$A_8=-1.21100 \times 10^{-6}$
$A_{10}=-2.41410 \times 10^{-8}$
$f_1/f_w=7.42$
$\beta_{3T}/\beta_{3W}=1.95$
$f_2/f_w=-1.63$

【0065】（実施例3）実施例3は請求項1～3、請求項9、10、12及び請求項14～16に含まれる実施例であり、第3レンズ群の第2レンズはアクリル系樹脂の正レンズ、第3レンズ群の第3レンズはポリカーボネート系樹脂の負レンズで構成されている。なお、第1レンズ群は変倍で移動しない構成となっている。

【0066】実施例3の短焦点端のレンズ断面図を図5に、レンズデータを表5、表6に示す。また、レンズ収差図を図6に示す。

【0067】

【表5】

f=6.15~16.0~40.8, Fno=2.88~3.46~4.24, $\omega=31.5^\circ \sim 12.5^\circ \sim 5.0^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	27.026	0.70	1.80518	25.4
2	17.395	4.50	1.69350	53.2
3*	-1103.841	0.30~11.60~19.10		
4	48.914	0.60	1.77250	49.6
5	8.534	3.30		
6	-61.233	0.60	1.71300	53.9
7	10.827	1.50		
8	12.806	2.20	1.84866	23.8
9	43.358	29.02~14.34~3.16		
10	10.702	1.80	1.48749	70.2
11	162.574	0.20		
12*	8.838	2.50	1.49700	56.0
13	-36.715	1.00	1.58300	30.0
14*	8.419	1.50		
15	-32.039	1.80	1.48749	70.2
16	-8.838	1.00		
17	∞	1.75	1.54880	67.0
18	∞	0.20		
19	∞	1.75	1.51633	64.1
20	∞			

【0068】

【表6】

非球面係数
第3面
$K=1.57740 \times 10^{-2}$
$A_4=2.03120 \times 10^{-8}$
$A_6=2.74150 \times 10^{-8}$
$A_8=-2.42280 \times 10^{-10}$
$A_{10}=6.52240 \times 10^{-13}$
第12面
$K=-7.27790 \times 10^{-1}$
$A_4=2.37170 \times 10^{-5}$
$A_6=1.28490 \times 10^{-5}$
$A_8=-1.16460 \times 10^{-6}$
$A_{10}=1.97450 \times 10^{-8}$
第14面
$K=1.82810$
$A_4=2.32200 \times 10^{-5}$
$A_6=-2.58010 \times 10^{-7}$
$A_8=-1.19410 \times 10^{-8}$
$A_{10}=-2.24800 \times 10^{-8}$
$f_1/f_w=6.77$
$\beta_{3T}/\beta_{3W}=2.14$
$f_2/f_w=-1.58$

【0069】（実施例4）実施例4は請求項1~3、請求項9、10、12及び請求項14~16に含まれる実施例であり、第3レンズ群の第2レンズはアクリル系樹脂の正レンズ、第3レンズ群の第3レンズはポリカーボネート系樹脂の負レンズで構成されている。なお、第1レンズ群は変倍で移動しない構成となっている。

【0070】実施例4の短焦点端のレンズ断面図を図7に、レンズデータを表7、表8に示す。また、レンズ収差図を図8に示す。

【0071】

【表7】

f=6.15 ~13.65 ~29.5, Fno=2.88 ~3.30 ~3.85, $\omega=31.0^\circ \sim 14.2^\circ \sim 7.0^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	28.590	0.70	1.80518	25.4
2	17.772	4.60	1.69350	53.2
3 *	-719.878	0.30 ~10.73 ~18.16		
4	50.494	0.60	1.71300	53.9
5	7.470	3.00		
6	228.051	0.60	1.71300	53.9
7	11.218	1.50		
8	11.161	2.40	1.84666	23.8
9	26.081	26.12 ~13.45 ~3.74		
10	10.024	1.80	1.48749	70.2
11	55.391	0.20		
12 *	9.060	2.80	1.49700	56.0
13	-17.610	1.00	1.58300	30.0
14 *	9.020	1.40		
15	-1296.327	1.80	1.58913	61.2
16	-11.139	1.00		
17	∞	1.75	1.54880	67.0
18	∞	0.20		
19	∞	1.75	1.51633	64.1
20	∞			

【0072】

【表8】

非球面係数
第3面
$K=3.83110 \times 10^{-4}$
$A_4=3.61080 \times 10^{-6}$
$A_6=-4.88350 \times 10^{-9}$
$A_8=-6.18460 \times 10^{-11}$
$A_{10}=3.60960 \times 10^{-13}$
第12面
$K=-6.87430 \times 10^{-1}$
$A_4=2.38120 \times 10^{-5}$
$A_6=1.27700 \times 10^{-5}$
$A_8=-1.18500 \times 10^{-6}$
$A_{10}=2.45210 \times 10^{-8}$
第14面
$K=2.46800$
$A_4=2.39500 \times 10^{-5}$
$A_6=-3.99470 \times 10^{-7}$
$A_8=-1.21000 \times 10^{-6}$
$A_{10}=-2.41260 \times 10^{-8}$
$f_1/f_w=7.11$
$\beta_{3T}/\beta_{3W}=1.85$
$f_2/f_w=-1.73$

【0073】（実施例5）実施例5は請求項3及び請求項12～16に含まれる実施例である。

【0074】実施例5の短焦点端の断面図を図9に、レンズデータを表9、表10に示す。また、レンズ収差図を図10に示す。

【0075】

【表9】

30

40

f=6.15~16.0~40.8, Fno=2.88~3.38~3.93, $\omega=31.5^\circ \sim 12.5^\circ \sim 5.0^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1	25.824	0.70	1.80518	25.4
2	16.857	4.20	1.69350	53.2
3*	384.846	0.30~10.57~19.99		
4	24.711	0.60	1.77250	49.6
5	8.133	3.30		
6	-42.320	0.60	1.71300	53.9
7	9.144	1.50		
8	11.413	2.20	1.84666	23.8
9	32.908	28.04~13.29~4.63		
10*	8.867	2.50	1.62299	58.2
11	-91.380	0.20		
12	20.758	2.00	1.58913	61.2
13	-47.151	1.00	1.69895	30.1
14	7.565	1.50		
15	29.103	2.00	1.58913	61.2
16	-16.639	1.00		
17	∞	1.75	1.54880	67.0
18	∞	0.20		
19	∞	1.75	1.51633	64.1
20	∞			

【0076】

* * 【表10】

非球面係数
第3面
$K=3.40300 \times 10^{-2}$
$A_4=1.73410 \times 10^{-6}$
$A_6=2.53940 \times 10^{-8}$
$A_8=-2.55520 \times 10^{-10}$
$A_{10}=7.92780 \times 10^{-13}$
第10面
$K=-1.02000$
$A_4=-6.65310 \times 10^{-8}$
$A_6=2.11810 \times 10^{-7}$
$A_8=-1.33720 \times 10^{-8}$
$A_{10}=9.47000 \times 10^{-10}$
$f_1/f_w=7.08$
$\beta_{3T}/\beta_{3W}=2.20$
$f_2/f_w=-1.50$

【0077】（実施例6）実施例6は請求項1~16に含まれる実施例であり、第1レンズ群の第1レンズはポリカーボネート系樹脂の負レンズ、第1レンズ群の第2レンズは非晶質ポリオレフィン系樹脂の正レンズ、第3レンズ群の第2レンズはアクリル系樹脂の正レンズ、第3レンズ群の第3レンズはポリカーボネート系樹脂の負

レンズで構成されている。

【0078】実施例6の短焦点端のレンズ断面図を図1に、レンズデータを表11、表12に示す。

【0079】また、レンズ収差図を図12に示す。

【0080】

【表11】

f=6.15 ~13.50 ~29.5, Fno=2.88 ~3.63 ~3.97, $\omega = 31.0^\circ \sim 14.5^\circ \sim 7.0^\circ$				
面番号	R	D	N	ν
1 *	27.533	0.70	1.58300	30.0
2	15.119	5.00	1.52470	56.0
3 *	-133.966	0.30 ~9.12 ~19.27		
4	43.966	0.60	1.71300	53.9
5	7.686	3.00		
6	182.679	0.60	1.71300	53.9
7	10.036	1.50		
8	10.891	2.40	1.84666	23.8
9	23.704	24.82 ~11.70 ~4.5		
10	9.298	1.80	1.48749	70.2
11	100.079	0.20		
12 *	9.651	2.80	1.49700	56.0
13	-20.885	1.00	1.58300	30.0
14 *	8.945	1.40		
15	-159.580	1.80	1.58913	61.2
16	-11.716	1.00		
17	∞	1.75	1.54880	67.0
18	∞	0.20		
19	∞	1.75	1.51633	64.1
20	∞			

【0081】

【表12】

非球面係数	
第1面	
K	-3.16932×10^{-1}
A_4	-7.59788×10^{-8}
A_6	-3.96748×10^{-9}
A_8	1.99893×10^{-10}
A_{10}	-2.88833×10^{-12}
第3面	
K	8.84421×10^{-3}
A_4	1.38434×10^{-8}
A_6	2.80369×10^{-8}
A_8	-4.25937×10^{-10}
A_{10}	-1.08181×10^{-12}
第12面	
K	-7.92943×10^{-1}
A_4	2.36882×10^{-5}
A_6	1.28647×10^{-5}
A_8	-1.17997×10^{-8}
A_{10}	2.49890×10^{-8}
第14面	
K	2.57268
A_4	2.38521×10^{-5}
A_6	-3.92425×10^{-7}
A_8	-1.21011×10^{-6}
A_{10}	-2.41564×10^{-8}
f_1/f_w	$=7.74$
β_{ST}/β_{3W}	$=2.06$
f_2/f_w	$=-1.64$

【0082】

【発明の効果】上記のように構成したので、下記のような効果を奏する。本発明のズームレンズは、断面図、収差図に示すように5倍や7倍と高変倍にも関わらず前玉径が小さく、諸収差を高画素デジタルカメラにも十分用いられるほど、良好に補正されたズームレンズを得ることができる。

【0083】また、適切な面を非球面としたことで、レンズの構成枚数を低減し、またプラスチックレンズを最適なところに採用して比較的安価なズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の短焦点端におけるレンズ断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図2】実施例1の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端でのレンズ収差図である。

【図3】実施例2の短焦点端におけるレンズ断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図4】実施例2の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端でのレンズ収差図である。

【図5】実施例3の短焦点端におけるレンズ断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図6】実施例3の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端でのレンズ収差図である。

【図7】実施例4の短焦点端におけるレンズ断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図8】実施例4の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端でのレンズ収差図である。

【図9】実施例5の短焦点端におけるレンズ断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図10】実施例5の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端でのレンズ収差図である。

【図11】実施例6の短焦点端におけるレンズ断面図と変倍時の各レンズ群の移動軌跡である。

【図12】実施例6の(A)短焦点端(B)中間(C)長焦点端でのレンズ収差図である。

【符号の説明】

1 1面

2 2面

3 3面

4 4面

5 5面

6 6面

30 7 7面

8 8面

9 9面

10 10面

11 11面

12 12面

13 13面

14 14面

15 15面

16 16面

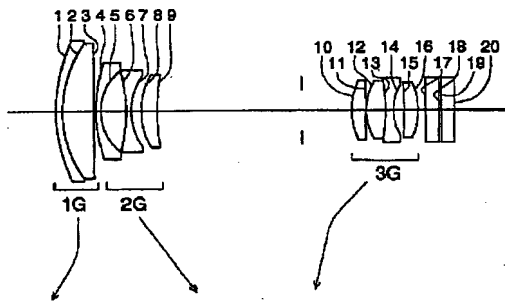
40 17 17面

18 18面

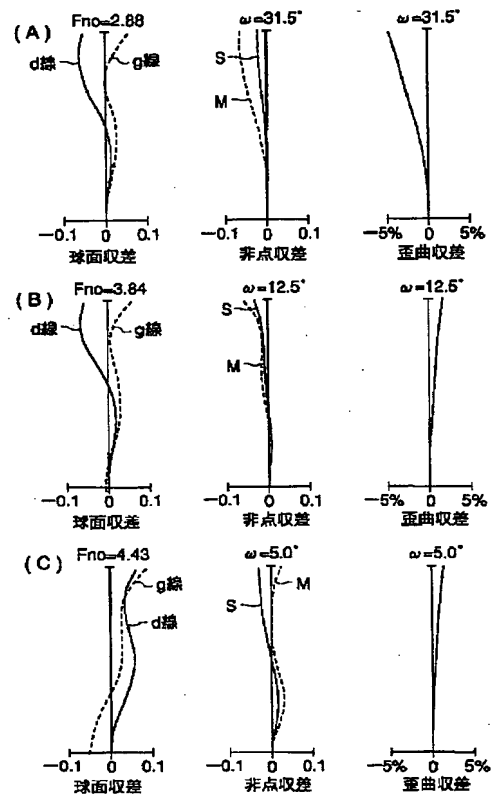
19 19面

20 20面

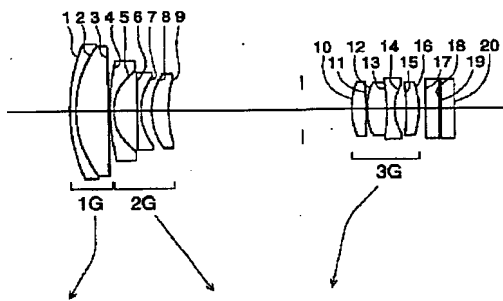
【図1】



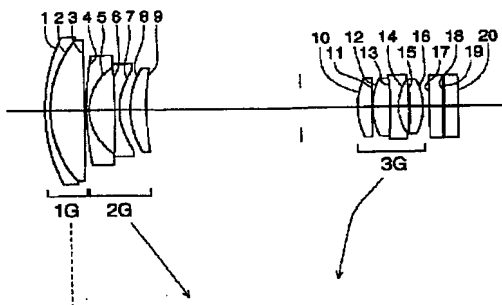
【図2】



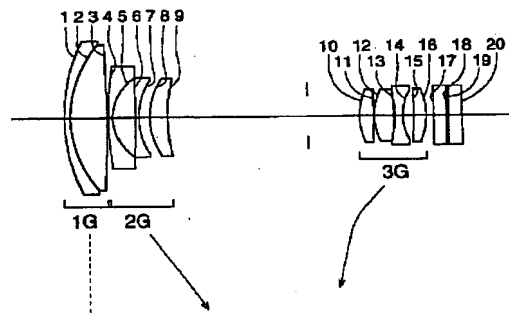
【図3】



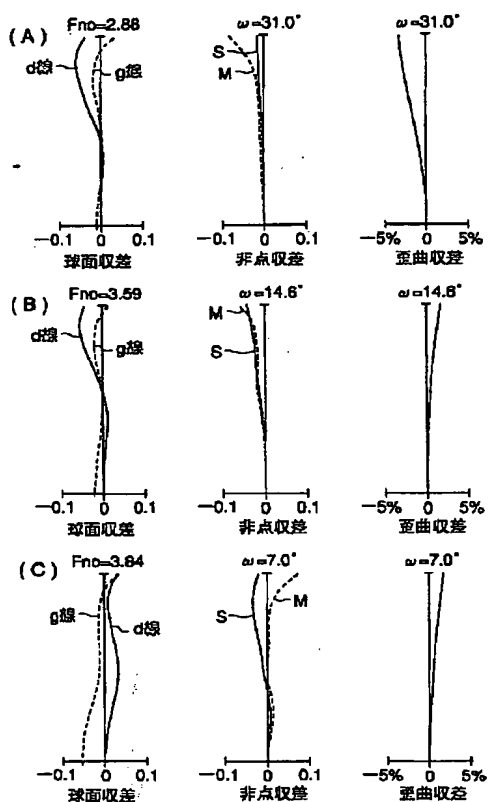
【図5】



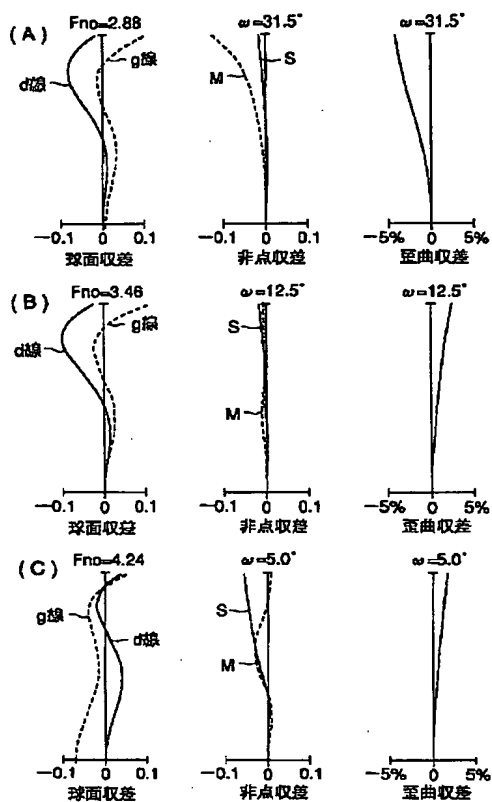
【図7】



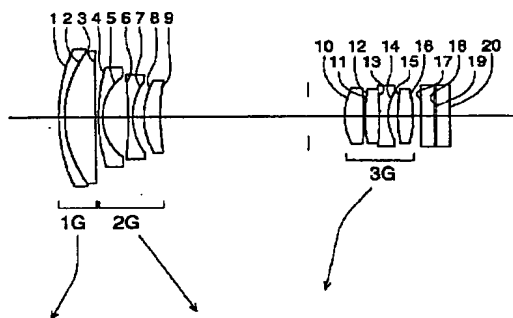
【図4】



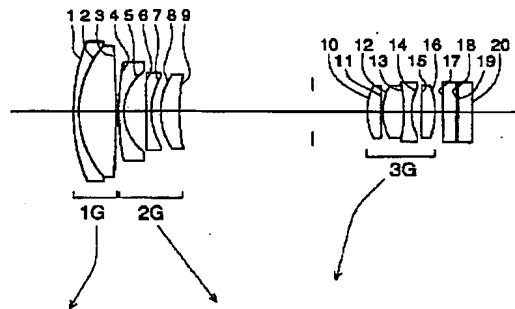
【図6】



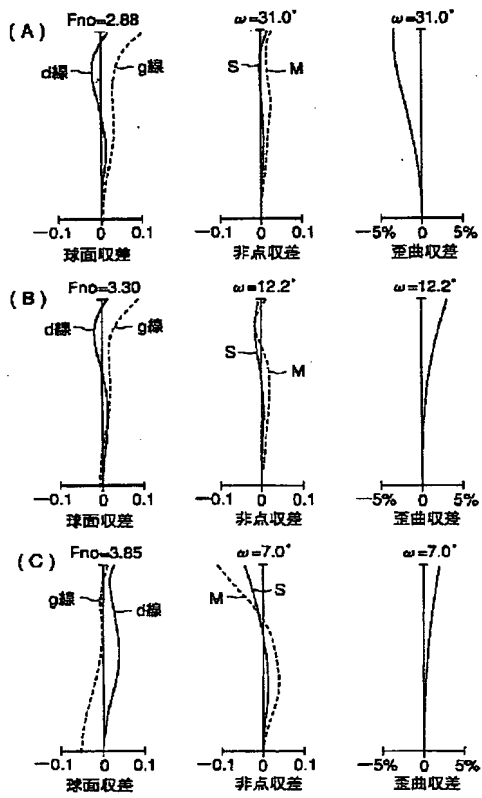
【図9】



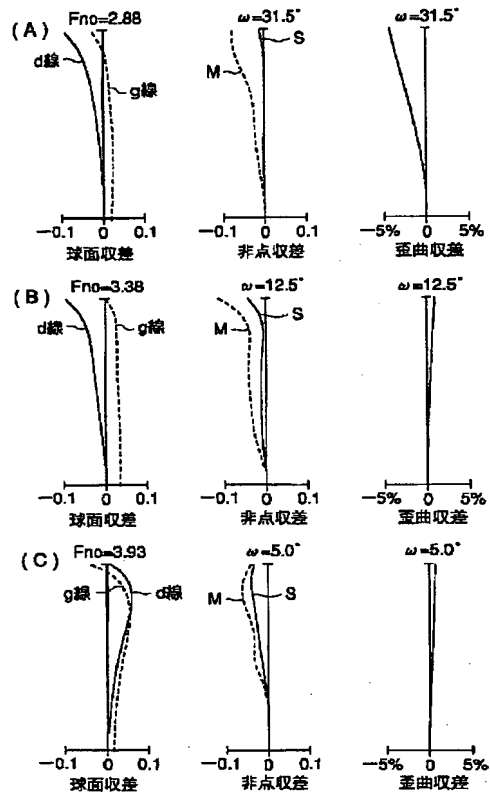
【図11】



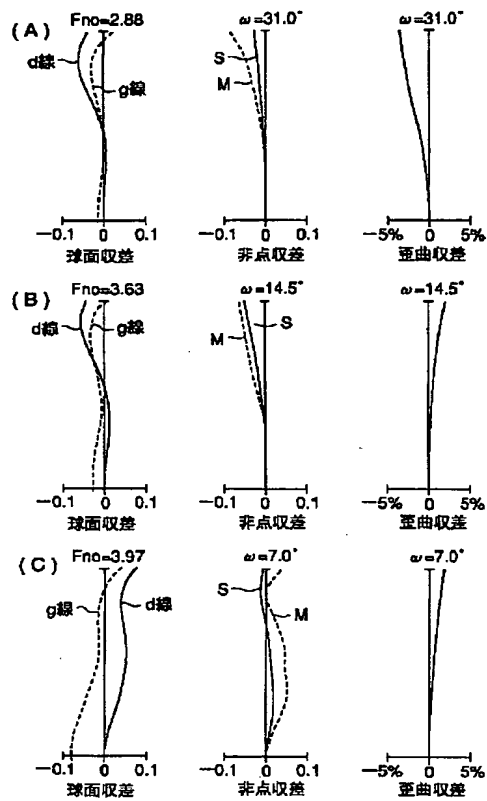
【図8】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

F ターム (参考) 2H087 KA03 MA14 NA08 PA07 PA19
 PB09 QA02 QA07 QA17 QA21
 QA26 QA32 QA34 QA42 QA45
 RA05 RA12 RA13 RA32 RA36
 RA42 SA13 SA17 SA19 SA62
 SA64 SA72 SB03 SB14 SB25
 UA01

BEST AVAILABLE COPY

